

EMBEDDED

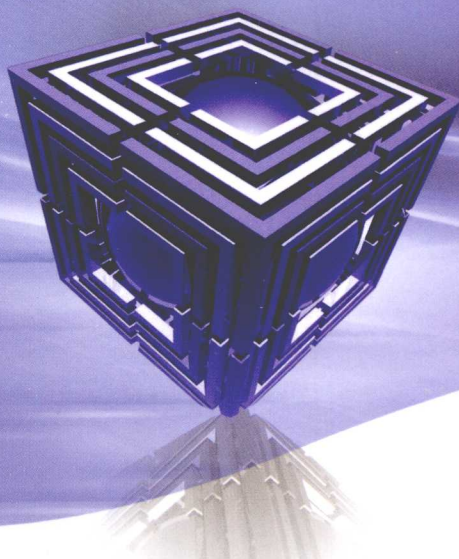
嵌入式技术与应用丛书

SYSTEM

嵌入式系统设计教程

(第2版)

马洪连 主编



本书定位于从事嵌入式系统开发设计的入门和提高
本书第1版已被国内20多所院校采用作为教材
本书配有电子教学课件方便教学使用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

★ 嵌入式设计及Linux驱动开发指南
——基于ARM9处理器（第3版）

★ Windows CE实用开发技术（第2版）

★ Windows CE开发实例精粹

★ 嵌入式软件

★ 嵌入式硬件

★ PIC微控制器技术及应用

★ 嵌入式RF及无线技术

★ 现代嵌入式系统开发项目实务

★ 嵌入式系统设计教程（第2版）

★ 嵌入式软件调试技术(含光盘1张)

★ 手机软件平台架构解析

★ 嵌入式Linux开发技术与应用

★ 基于单片机的嵌入式工程开发详解

★ Java智能卡原理与应用开发

★ CAN现场总线系统的设计与应用

★ 基于ARM的嵌入式系统开发

★ Linux内核分析及高级编程

★ 嵌入式媒体处理

★ 精通J2ME嵌入式软件开发

★ J2ME嵌入式开发案例精解

★ 32位RISC嵌入式处理器及其应用

★ 基于ARM9/7产品化研发实践

★ Windows CE.net内核定制及应用开发

★ Cortex-M3嵌入式处理器原理与应用

★ 射频识别（RFID）实例开发详解与应用

★ 基于微信号结构的嵌入式信号处理

★ Blackfin 在无线通信系统中的应用

★ 基于Blackfin DSP的数字图像处理

★ 数字移动电视广播原理与DSP实现

★ Blackfin系列处理器原理及实用接口技术

★ 基于Blackfin处理器的嵌入式实时操作系统

★ Flexis微控制器的技术及应用

★ 嵌入式系统设计教程（第2版）



策划编辑：高买花

责任编辑：高买花 田宏峰

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

上架建议：计算机—嵌入式

ISBN 978-7-121-09517-7



9 787121 095177 >

定价：29.00元

|| 嵌入式技术与应用丛书 ||

嵌入式系统设计教程

(第2版)

马洪连 主编

丁 男 张益嘉 马艳华 宋嘉琳 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书主要以目前国内外流行的三种基于 ARM 架构的嵌入式微处理器及主流的嵌入式操作系统为例,详细介绍嵌入式微处理器的内部结构、工作原理、接口设计等硬件平台设计的相关理论及开发流程,以及主流嵌入式操作系统的移植裁减、应用程序开发等开发软件平台的相关知识和技术。针对于从事嵌入式系统研发工作的读者,不仅需要掌握基于某些常用的嵌入式操作系统和嵌入式微处理器平台的技术研发,也要培养系统方案设计和软、硬件综合调试能力。为此,本书增添了部分相关的知识。

全书共 9 章,内容主要包括嵌入式系统概论、嵌入式系统的基础知识、基于 ARM 架构的嵌入式微处理器、嵌入式系统设计、嵌入式系统开发环境与相关开发技术、嵌入式操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 及应用、嵌入式 Linux 操作系统的应用与开发、Windows CE 操作系统及应用,最后介绍了作者完成的开发应用实例——物流盘点机的设计。

本书适用于高等院校相关专业的本科生和研究生作为专业课教材,也可以作为从事嵌入式系统开发和设计人员的技术培训或者开发参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统设计教程/马洪连主编. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2009.9
(嵌入式技术与应用丛书)

ISBN 978-7-121-09517-7

I. 嵌… II. 马… III. 微型计算机—系统设计—教材 IV. TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 162648 号

责任编辑:高买花 田宏峰 特约编辑:牛雪峰

复审人员:窦 昊

终审人员:王春宁

印 刷:北京季峰印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:16.25 字数:410 千字

印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

再 版 前 言

嵌入式系统是以应用为中心,以计算机技术为基础,并且软/硬件可裁剪,适用于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。以信息通信、家电为代表的互联网时代嵌入式产品,为嵌入式市场展现了美好前景。目前,嵌入式系统已经广泛地渗入到科学研究、工程建设、军事、工业监控、商业、文化及人们日常生活的方方面面。

由于诸多原因,我国计算机行业错过了世界范围技术发展的前几次机遇,当我们意识到应组织发展本国计算机产业时,微软已在 PC 软件上处于世界垄断地位。21 世纪已进入了后 PC 时代,在这个时代中,无所不在的嵌入式技术无疑是最具代表性的技术。由于其应用广、领域特色突出,谁也无力独霸这一市场。因此我国信息产业的专家、学者及制造商应该牢牢抓住这一大好机遇,找准发展点,使我国 IT 技术迈上一个台阶。总之,目前嵌入式技术是中国 IT 发展最难得的机遇。

嵌入式系统开发与应用的内容繁杂,涉及计算机、电子、自动控制等诸多专业知识,综合性强。由于嵌入式系统课程知识点多,想让学生在短短的有限课时内完全掌握嵌入式系统设计全部知识是不现实的。因此通过嵌入式系统课程的学习,目的是使其能够掌握嵌入式系统设计的基础知识和开发方法。实践是学习嵌入式系统设计的重要环节,通过动手实践才能让学生掌握嵌入式系统设计开发方法和开发经验。

随着嵌入式系统应用的普及,对嵌入式系统设计的技术人才需求越来越大,同时也迫切需要一些较好的适用于不同层次人员使用的教材和参考书。本书定位于从事嵌入式系统开发和设计的初学人员。从实用的角度出发,分别以目前国内外流行的 S3C44BOX、S3C2410 和 XScale 架构处理器为例,详细介绍了嵌入式系统的内部结构、工作原理、设计步骤、设计方法、接口电路原理图,以及嵌入式系统的开发环境和开发工具。在软件方面介绍了 μ C/OS-II、Linux 和 Windows CE 操作系统相关知识,最后介绍了编者的一项实例设计供读者参考和借鉴。

本书第 1 版于 2006 年 4 月出版,目前被国内近 20 多所院校采用作为教材。由于嵌入式系统技术发展迅速,新技术层出不穷,为了适应时代发展故提出对本书进行重新修正和再版发行。其中,主要是对书中各章节重新进行了规划、整理和内容充实。例如,增加了第 5 章嵌入式系统开发环境与相关开发技术的内容介绍。另外,分别在第 2 章和第 4 章中增加了 2.1.2 节嵌入式系统中采用的先进技术、4.3.4 节数字音频设备接口。扩充和修改了 4.3.2 节串口的设计、4.6 节嵌入式系统中常用的无线通信技术、7.3 节嵌入式 Linux 操作系统的内核编译及驱动程序的开发、8.4 节基于 Windows CE 操作系统的应用开发内容。调整充实了 2.1.3 节存储器系统的基础知识,5.5 节嵌入式系统的 Bootloader 技术的内容。同时

对全书各章的内容都进行了精细化、逐页逐句地进行了仔细斟酌，将一些繁琐的话进行了精简和完善、一些不通俗的句子进行了修改。教材的习题部分对于复习和巩固所学内容是非常重要的，每章精心挑选了适量并增加了课后的习题。

编者从事计算机教学工作多年，多次完成基于 ARM 微处理器系列的科研项目的开发和设计工作。所以在编写本教材的过程中，精选内容、力求符合从事嵌入式系统开发和设计的初学者的特点，做到概念清晰、理论联系实际。在叙述方法上，则力求由浅入深、通俗易懂、便于学习，以便使读者能在较短的时间内迅速掌握相关知识，起到事半功倍的效果。

本书适用于高等院校相关专业的大学高年级学生和研究生作为专业课教材，也可以作为从事嵌入式系统开发和设计人员的参考用书。本课程课时数为 56 学时（授课课时 32，实验课时 24）。在课堂主要讲授 1~5 章和第 9 章内容，选取第 6~8 章操作系统的内容，与实验同步进行。为了便于本课程的教学需要，本书另配有多媒体教学课件，需要者可通过 E-mail: gmholife@hotmail.com 和 mhl@dlut.edu.cn 联系。

本书配有电子教学课件，读者可以从电子工业出版社华信教育资源网（www.huaxin.com.cn）免费注册后下载。

另外由于时间匆忙，且作者水平有限，书中难免有错误、疏漏和不妥之处，敬请读者提出宝贵意见。

编 者

2009 年 8 月

目 录

第 1 章 嵌入式系统概论	1
1.1 嵌入式系统概述	1
1.1.1 嵌入式系统的定义	1
1.1.2 嵌入式系统的特征	2
1.2 嵌入式系统的应用领域及发展趋势	3
1.2.1 嵌入式系统的应用领域	4
1.2.2 嵌入式技术的发展趋势	8
1.3 嵌入式系统基本组成	10
1.3.1 嵌入式系统的组织架构	10
1.3.2 嵌入式系统的硬件组成	11
1.3.3 嵌入式系统的软件组成	14
习题与思考题	15
第 2 章 嵌入式系统的基础知识	16
2.1 嵌入式系统的硬件基础知识	16
2.1.1 硬件系统体系结构原理	16
2.1.2 嵌入式系统中采用的先进技术	18
2.1.3 存储器系统的基础知识	21
2.2 嵌入式系统的软件基础知识	26
2.2.1 嵌入式软件系统概述	27
2.2.2 嵌入式操作系统简介	30
2.3 ARM 微处理器的指令系统和程序设计	39
2.3.1 概述	39
2.3.2 ARM 指令系统的寻址方式和分类	41
2.3.3 基于 ARM 体系的语言程序设计	47
习题与思考题	50
第 3 章 基于 ARM 架构的嵌入式微处理器	51
3.1 概述	51
3.1.1 ARM 体系结构版本和特种功能介绍	52
3.1.2 ARM 微处理器系列产品	54

3.2 嵌入式微处理器的组成	59
3.2.1 嵌入式微处理器内部结构	60
3.2.2 ARM 微处理器结构特征	62
3.3 常用的三种 ARM 微处理器介绍	72
3.3.1 S3C44B0 微处理器	72
3.3.2 S3C2410 微处理器	80
3.3.3 XScale PXA255/27x 系列微处理器	86
习题与思考题	88
第 4 章 嵌入式系统设计	90
4.1 概述	90
4.1.1 嵌入式系统的设计步骤	90
4.1.2 设计层次和设计架构	93
4.2 嵌入式系统的硬件设计	95
4.2.1 微处理器芯片选型的原则	95
4.2.2 多路时钟电路的设计	96
4.2.3 系统复位电路的设计	97
4.2.4 电源管理器	98
4.2.5 存储系统的设计	98
4.3 嵌入式系统接口设计	102
4.3.1 通用 I/O 接口技术	102
4.3.2 串口的设计	106
4.3.3 A/D 转换接口	111
4.3.4 数字音频设备接口	112
4.3.5 SD 存储卡接口	113
4.4 嵌入式系统人机交互设备接口	113
4.4.1 显示器接口	113
4.4.2 键盘接口	117
4.4.3 触摸屏接口	118
4.5 嵌入式系统的总线接口和网络接口设计	121
4.5.1 I ² C 总线接口设计	121
4.5.2 CAN 总线接口设计	123
4.5.3 嵌入式以太网接口设计	125
4.5.4 嵌入式 Internet 接口设计	130
4.6 嵌入式系统中常用的无线通信技术	131
4.6.1 无线局域网 Wi-Fi 技术	131
4.6.2 蓝牙技术	132
4.6.3 其他无线通信技术	134
习题与思考题	138

第 5 章 嵌入式系统开发环境及相关开发技术	139
5.1 概述	139
5.2 嵌入式系统的开发工具	140
5.2.1 在嵌入式系统裸机开发阶段中常用的开发工具	141
5.2.2 基于嵌入式操作系统与应用程序开发阶段的常用工具	141
5.3 嵌入式系统调试技术	143
5.3.1 ARM 调试技术概述	143
5.3.2 基于 JTAG 的调试系统	145
5.3.3 基于 Angel 的调试系统	147
5.4 嵌入式系统开发经验	149
5.5 嵌入式系统的 Bootloader 技术	150
5.5.1 Bootloader 的职能	151
5.5.2 Bootloader 的操作模式	152
5.5.3 Bootloader 的程序结构与调试	153
5.5.4 常用 Bootloader 的简介	154
习题与思考题	155
第 6 章 嵌入式 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统及应用	157
6.1 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统概述	157
6.1.1 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统功能和特点	157
6.1.2 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的内核结构	158
6.1.3 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的主要功能模块	162
6.1.4 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的初始化	165
6.2 ARMADS 开发环境	165
6.2.1 代码生成开发工具	166
6.2.2 集成开发环境 IDE	166
6.2.3 调试器	167
6.2.4 ARM 应用库和实用程序	167
6.3 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统在 ARM 系统中的移植	168
6.3.1 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的移植条件	168
6.3.2 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的移植步骤	169
6.4 基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的应用开发	175
6.4.1 基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的应用程序结构	175
6.4.2 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的 API	176
6.4.3 基于 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 操作系统的绘图函数及应用	177
习题与思考题	183

第 7 章 嵌入式 Linux 操作系统及应用	184
7.1 嵌入式 Linux 操作系统概述	184
7.1.1 嵌入式 Linux 操作系统分类	184
7.1.2 嵌入式 Linux 内核组成与启动过程	186
7.2 嵌入式 Linux 操作系统的开发工具	188
7.2.1 编译器 GCC	188
7.2.2 编译器 Makefile	189
7.2.3 调试器 gdb	191
7.3 嵌入式 Linux 操作系统的内核编译及驱动程序的开发	192
7.3.1 嵌入式 Linux 操作系统的定制过程	193
7.3.2 增加新的内核组件	194
7.3.3 配置操作系统内核及内核的生成和装载	196
7.3.4 嵌入式系统的文件系统	197
7.3.5 嵌入式 Linux 操作系统的驱动程序开发	197
7.4 嵌入式 Linux 操作系统的应用开发	204
7.4.1 概述	204
7.4.2 操作系统图形用户接口 (GUI)	204
7.4.3 Qt/Embedded 开发技术	205
习题与思考题	210
第 8 章 Windows CE 操作系统的应用与开发	211
8.1 Windows CE 操作系统概述	211
8.1.1 Windows CE 操作系统的发展	211
8.1.2 Windows CE 操作系统的特点	211
8.1.3 Windows CE 操作系统的体系结构	213
8.2 Windows CE 操作系统的开发工具	216
8.2.1 eMbedded Visual C++	216
8.2.2 Platform Builder	217
8.3 Windows CE 操作系统内核编译及驱动程序的开发	218
8.3.1 Windows CE 内核的裁剪与编译	218
8.3.2 驱动程序的开发	224
8.4 基于 Windows CE 操作系统的应用开发	226
8.4.1 eMbedded Visual C++集成开发环境的应用	227
8.4.2 应用程序的创建	228
8.4.3 编译生成可执行文件	229
8.4.4 应用程序的调试	231
习题与思考题	233

第9章 开发应用实例——物流盘点机.....234

9.1 概述.....234

9.2 物流盘点机硬件系统的设计.....234

9.2.1 系统核心板的组成与工作原理.....235

9.2.2 系统板的组成与工作原理.....237

9.2.3 专用键盘的设计.....240

9.3 物流盘点机软件系统的设计.....241

9.3.1 操作系统的定制与实现.....241

9.3.2 系统驱动程序的开发.....243

9.3.3 用户应用程序的开发.....245

参考文献.....247

第1章 嵌入式系统概论



本章要点

嵌入式系统是将计算机直接嵌入应用系统之中，它融合了计算机软/硬件技术、通信技术和半导体微电子技术，是信息技术的最终产品。本章将主要介绍嵌入式系统的定义、重要特征，以及应用领域和发展趋势。



1.1 嵌入式系统概述

随着现代计算机技术的飞速发展，逐渐形成了计算机系统的两大分支：通用计算机系统（如 PC）和嵌入式计算机系统。通用计算机系统的硬件以标准化形态出现，通过安装不同的软件满足各种不同的要求。嵌入式计算机系统则是根据具体应用对象，采用量体裁衣的方式对其软/硬件进行定制的专用计算机系统。

1.1.1 嵌入式系统的定义

嵌入式系统是将计算机硬件和软件结合起来构成的一个专门的装置，这个装置可以完成一些特定的功能和任务。由于它可能会工作在一个与外界发生交互并受到时间约束的环境中，所以要求其能够在没有人工干预的情况下独立的进行实时监测和控制。另外由于被嵌入对象的体系结构、应用环境要求的不同，所以各个嵌入式系统也可以由各种不同的结构组成。

到目前为止，嵌入式系统已经有 40 多年的发展历史，并且是以硬件和软件交替双螺旋式发展的。第一款嵌入式微处理器是 Intel 的 4004，它出现在 1971 年，然后是在 20 世纪 80 年代初，Intel 公司开发出 MCS8051 系列 8 位单片机。1981 年开发世界上第一个商业嵌入式实时内核（VTRX32），内核中包含了许多传统操作系统的特征，如任务管理、任务间通信、同步与相互排斥、中断支持、内存管理等功能。随后，出现了各种成型的嵌入式操作系统，目前嵌入式（实时操作系统）已经在全球形成了一个产业。

关于嵌入式系统的定义很多。例如，较通俗的定义是嵌入对象体系中的专用计算机系统。IEEE（国际电气和电子工程师协会）关于嵌入式系统的定义是“用于控制、监视或者辅助操作机器和设备的装置（devices used to control, monitor, or assist the operation of equipment, machinery or plants）”。可以看出此定义是从应用上考虑的，嵌入式系统是软件和硬件的综合体，还可以涵盖机电等附属装置。国内较权威机构对嵌入式系统的定义是：

“以应用为中心，以计算机技术为基础，软件、硬件可裁剪，功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。”

嵌入式系统本身是一个相对模糊的定义，例如手机、MP3、数码相机、机顶盒、媒体

播放器以及 PC104 的微型工业控制计算机都可以认为是嵌入式系统。总之,嵌入式系统采用“量体裁衣”的方式把所需的功能嵌入各种应用系统中。

1.1.2 嵌入式系统的特征

嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术和电子技术与各个行业的具体应用相结合后的产物。这一点就决定了它必然是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统。嵌入式系统的重要特征主要包括以下几方面。

(1) 功耗低、体积小、具有专用性

嵌入式微处理器与通用型微处理器的最大不同就是嵌入式微处理器通常工作在为特定用户群设计的系统中,它通常都具有低功耗、体积小、集成度高等特点。能够把通用计算机中许多由板卡完成的任务集成在芯片内部,从而有利于嵌入式系统设计趋于小型化,移动能力也大大增强,与计算机网络和通信系统的结合也越来越紧密。

嵌入式系统的个性化很强,其中的软件系统和硬件的结合是非常紧密的,一般要针对不同的硬件情况来进行软件系统的设计。即使在同一品牌、同一系列的产品中也需要根据系统硬件的变化和增减来不断地进行修改。一个嵌入式系统通常只能重复执行一个特定的功能,例如一台数码相机永远是数码相机。而通用的台式微机系统可以执行各种程序,如电子表、多媒体播放器和游戏,还经常加入其他新程序。当然也有例外,一种情况是嵌入式系统中的程序版本更新,例如,有些手机(移动电话)就是这样更新的。另一种情况是由于系统大小的限制,使得几个程序只能轮流输入系统中。例如,有些导弹在巡航模式下执行一个程序,在锁定目标时又执行另一个程序。尽管如此,这些嵌入式系统仍只具有特定的功能。

(2) 实时性强、系统内核小

有些嵌入式系统的系统软件和应用软件没有明显的区分,不要求其功能设计及实现上过于复杂,这样一方面利于控制系统成本,同时也利于实现系统安全。这是嵌入式软件的基本要求,而且软件要求固态存储,以提高速度。软件代码要求高质量和高可靠性、实时性。很多嵌入式系统都需要不断地对所处环境的变化作出反应,而且要实时地得到计算结果,不能延迟。由于嵌入式系统一般是应用于小型电子装置,并且系统资源相对有限的场合,所以内核较之传统的操作系统要小得多,比如 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 操作系统,核心内核只有 8.3 KB,而 Windows 的内核则要比其大得多。

(3) 创新性和高可靠性

嵌入式系统和具体应用有机地结合在一起,它的升级换代也是和具体产品同步进行,因此嵌入式系统产品一旦进入市场,应具有较长的生命周期。为了提高执行速度和系统可靠性,嵌入式系统中的软件一般都固化在存储器芯片或处理器本身中,而不是存储于磁盘等磁性载体中。

(4) 高效率地设计

由于对成本、体积和功耗有严格的要求,使得嵌入式系统的资源(如内存、I/O 接口等)有限,因此对嵌入式系统的硬件和软件都必须高效率地设计,量体裁衣、去除冗余,力争在有限的资源上实现更高的性能。

(5) 需要开发环境和调试工具

由于嵌入式系统本身不具备自主开发能力,即使设计完成以后,用户通常也是不能对其中的程序功能进行修改,必须有一套开发工具和环境才能进行开发。这些工具和环境一般是基于通用计算机上的软/硬件设备以及各种逻辑分析仪、混合信号示波器等。开发时往往有主机(或称为宿主机)和目标机的概念,主机用于程序的开发,目标机作为最后的执行机,开发时需要交替结合进行。



1.2 嵌入式系统的应用领域及发展趋势

在 20 世纪 80 年代,IT 行业迅猛发展,像 Intel、摩托罗拉、TI 等上游厂商和公司都有着各自不同的数字体系架构,这使得它们生产的 CPU 等器件也各有不同。此时,全球工业价值链基本就是大包大揽的大公司的天下。比如像摩托罗拉等这样的大公司,它们在测试、制造、系统封装,甚至 CPU 设计等领域都是独立设计并生产的。这样由于使用的器件不同,编写的软件也就不一样,而越来越多不同的指令集、工具和语言,对整个数字技术的发展就显得非常不利。直到 80 年代末,产业链开始出现新的划分和分工。这样一个更有效的办法就是需要出现一个更上游的开发商来制定标准,而这个标准的统一,一定是从数字技术的核心 CPU 开始。于是一些公司开始了这方面的工作,其中之一的 ARM 公司在诞生时就选择了 CPU 体系结构设计这个上游厂商的模式。

1991 年 ARM (Advanced RISC Machines) 公司于英国剑桥成立,其主要业务是设计 32 位的嵌入式微处理器,但它本身并不直接从事芯片生产,而是采用技术授权、转让设计许可的方式,由合作的半导体生产商从 ARM 公司购买其设计的 ARM 微处理内核,根据各自需求,加入适当的外围电路接口和先进技术,从而形成带有自己特色的微处理器进入市场。由于 ARM 技术获得了更多的第三方在工具、制造和软件方面的支持,又使整个系统的成本降低,使产品更容易进入市场被消费者所接受,具有了更大的市场竞争力。因此可以说 ARM 公司是一个纯粹的知识产权的贩卖者,公司的业务没有硬件,没有软件,只有图纸上的知识产权。目前,采用 ARM 技术知识产权(IP)核由各公司生产的微处理器,已遍及工业控制、消费类电子产品、通信系统、网络系统、无线系统等各类产品市场,并占据了 32 位 RISC 微处理器大部分的市场份额。随着信息化、智能化、网络化的发展,嵌入式系统技术也将获得广阔的发展空间。

目前在硬件方面,不仅有各大公司的微处理器芯片,还有用于学习和进行研发的各种配套的开发软件包。底层系统和硬件平台已经相对比较成熟,实现各种功能的芯片也比较齐全。而且巨大的市场需求给嵌入式系统开发人员提供了学习嵌入式系统的机遇。

在软件方面,也有相当多的成熟软件系统。国外的嵌入式实时操作系统有 VxWorks、 μ C/OS 等产品。我国自主开发的嵌入式系统软件产品,如科银京城(CoreTek)公司的开发平台 DeltaSystem、中科院推出的 Hopen 嵌入式操作系统。读者可以在网上找到各种各样的免费资源及各种驱动程序源代码。

1.2.1 嵌入式系统的应用领域

嵌入式系统可应用在工业控制、交通管理、信息家电、家庭智能管理系统、网络及电子商务、环境监测和机器人等方面。ARM 技术的 IP（知识产权）在下列领域已经取得了很大的成功。比如目前，在绝大部分的无线设备中（如手机等）都采用了嵌入式技术。在 PDA 一类的无线设备中，嵌入式微处理器针对视频流进行了优化，并获得了广泛的支持。在数字音频播放器、数字机顶盒和游戏机等中得到了更广泛的应用。在汽车领域中，包括驾驶、安全和车载娱乐等各种功能在内的设备，可用多个嵌入式微处理器就可将其功能统一实现。人们不仅拥有那种放在桌上处理文档、进行工作管理和生产控制的计算机“机器”，而且一个普通人也可能拥有从大到小的各种使用嵌入式技术的电子产品，如 MP3、PDA、手机、智能玩具、电子病历、智能血压仪、无线收费、超市物流、网络家电、智能车载电子设备、安全监控、GPS、倒车雷达等。

在工业和服务领域中，大量嵌入式技术也已经应用于工业控制、数控机床、智能工具、工业机器人、服务机器人等各个行业，正在逐渐改变着传统的工业生产和服务方式。例如，飞机的电子设备、城市地铁购票系统等都可应用嵌入式系统来实现。嵌入式系统的应用领域如图 1-1 所示。一些典型的嵌入式系统应用实例如图 1-2 所示。例如在数字家庭方面有数字电视、信息家电、智能玩具、手持通信、存储设备的核心，如图 1-3 所示。社区智能管理系统方面有社区建筑的水、电、煤气表的远程自动抄表，安全防火、防盗系统，远程点菜器等，如图 1-4 所示。在社会发展方面有嵌入式 Internet 应用，如图 1-5 所示。在 CAN 总线网络汽车电子产品（18 个嵌入式控制模块）的应用如图 1-6 所示。在军事侦察方面如图 1-7 所示。在 PDA 产品方面有掌上电脑，如图 1-8 所示。仿真机器人如图 1-9 所示，工程机械智能监控系统如图 1-10 所示，基于 VxWorks 的火星探路者如图 1-11 所示。

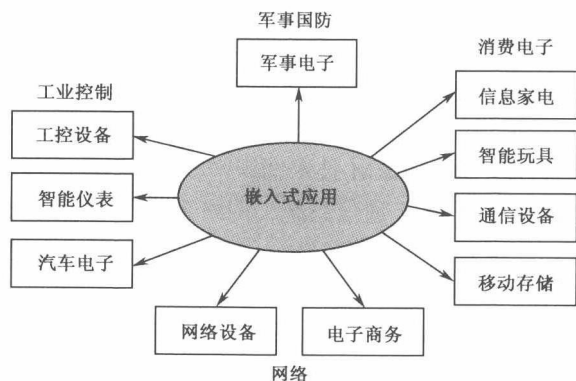


图 1-1 嵌入式系统的应用领域



图 1-2 典型的嵌入式系统应用实例

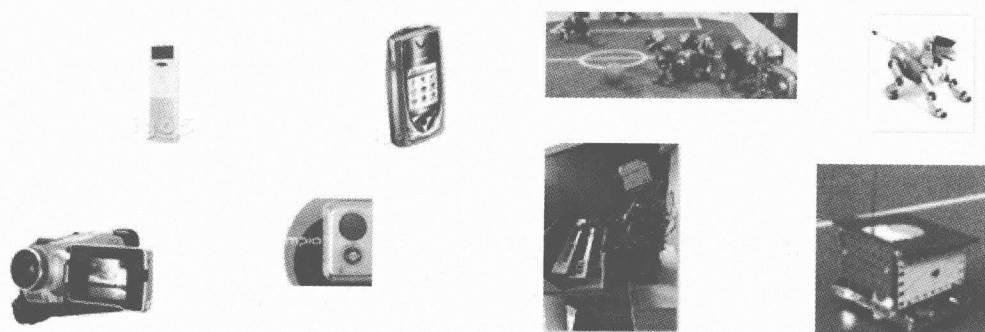


图 1-3 嵌入式系统在家用、智能玩具方面的应用

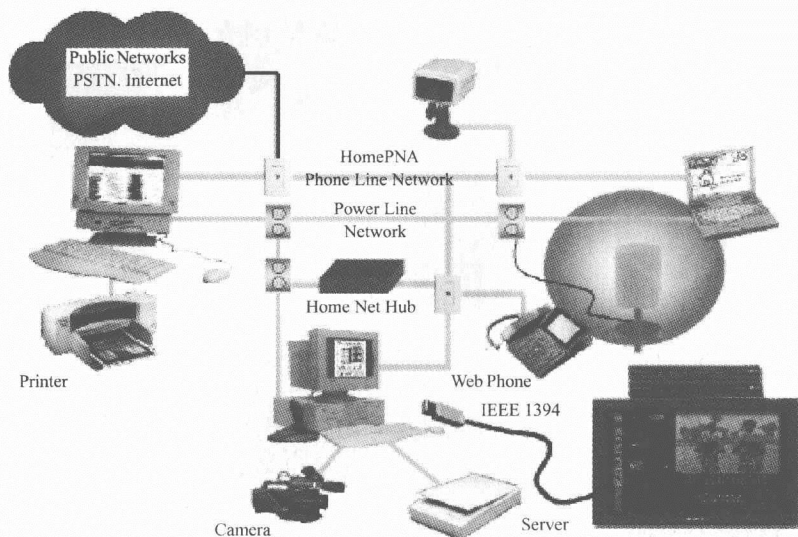


图 1-4 家庭智能管理系统

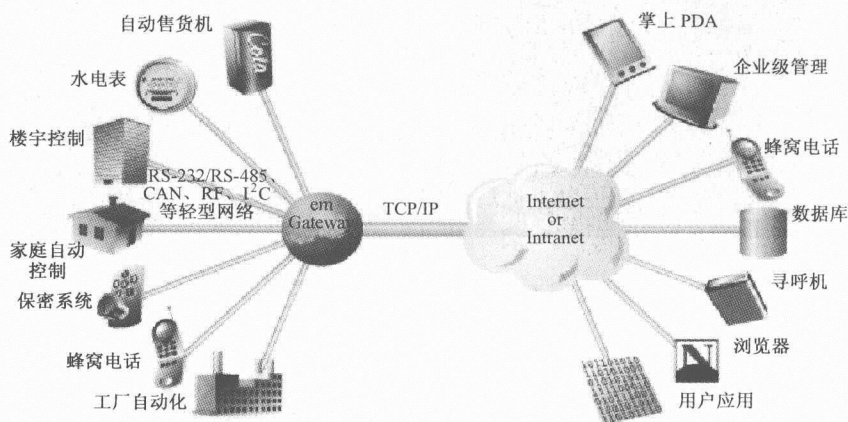


图 1-5 嵌入式系统在社会发展方面的应用

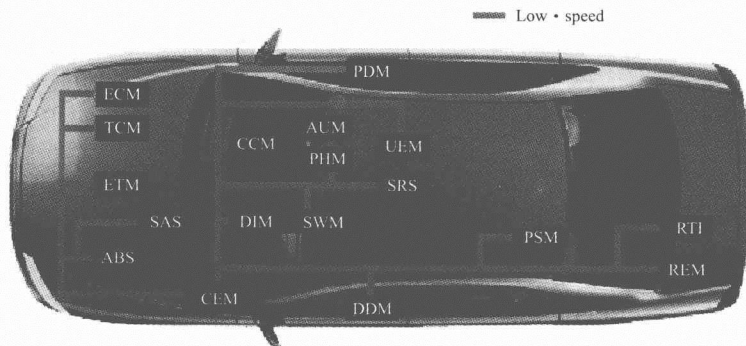


图 1-6 VOLVO S80 汽车的 CAN 总线网络